

**PENGARUH VARIASI JUMLAH LAPIS DAN JARAK ANTAR LAPIS PERKUATAN
ANYAMAN BAMBU DUA ARAH TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI
MENERUS PADA TANAH PASIR *POORLY GRADED***

NASKAH PUBLIKASI

Untuk Memenuhi Pesyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

Lestari
105060100111061

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL
MALANG
2014**

PENGARUH VARIASI JUMLAH LAPIS DAN JARAK ANTAR LAPIS PERKUATAN ANYAMAN BAMBUE DUA ARAH TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI MENERUS PADA TANAH PASIR *POORLY GRADED*

Lestari, Eko Andi Suryo, Yulvi Zaika

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: lestari.big@gmail.com

ABSTRAK

Tanah pasir poorly graded merupakan tanah yang mudah termampatkan terutama dalam kondisi jenuh air. Sebagai dasar pondasi, ada kalanya jenis tanah ini tidak cukup kuat untuk menahan beban konstruksi yang terlalu besar diatasnya. Salah satu alternatif untuk meningkatkan daya dukung tanah yang dapat dilakukan adalah dengan penggunaan anyaman bambu. Anyaman bambu berinteraksi dengan tanah melalui gaya gesek untuk menahan gaya tarik, sehingga daya dukung tanah dapat meningkat. Hasil dari penggunaan anyaman bambu dalam penelitian ini menunjukkan bahwa model tanah mengalami peningkatan daya dukung. Peningkatan daya dukung paling maksimum terjadi saat jumlah lapis 3 dan jarak antar lapis 3,6 cm. Berdasarkan pengujian ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah lapis anyaman bambu maka daya dukung semakin besar selama penambahan jumlah perkuatan masih dalam batas bidang runtuh tanah dibawah pondasi yaitu 1,5B. Penambahan jarak antar lapis perkuatan juga akan meningkatkan daya dukung tanah selama masih dalam batas bidang runtuh tanah dibawah pondasi dan penambahan jarak tersebut masih menjadikan perkuatan anyaman bambu dan tanah sebagai satu kesatuan elemen.

Kata-kata kunci: daya dukung, anyaman bambu, jarak antar lapis perkuatan, jumlah lapis perkuatan

PENDAHULUAN

Tanah mempunyai peranan penting pada suatu lokasi konstruksi. Kondisi tanah akan berpengaruh terhadap konstruksi diatasnya, terutama daya dukung dan penurunannya.

Tanah lunak misalnya tanah lempung ekspansif adalah jenis tanah dasar yang kurang baik, yang bisa mengakibatkan kerusakan struktural konstruksi diatasnya yang pada umumnya disebabkan keruntuhan geser tanah dan terjadinya penurunan yang melebihi batas toleransi. Sedangkan tanah pasir lepas (*poorly graded*) adalah pasir bergradasi jelek, pasir berkerikil, sedikit atau tidak ada butir halus dengan nilai $C_u < 6$ atau $1 > C_c > 3$. Tanah pasir *poorly graded* mudah terdensifikasi terutama dalam kondisi jenuh air. Hal ini karena gradasinya yang seragam dan rongga-rongganya besar. Daya dukung tanah pasir *poorly graded* perlu ditingkatkan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai landasan konstruksi, apabila dalam kondisi asli daya dukung tanahnya tidak cukup untuk menahan beban konstruksi diatasnya. Salah satu alternatif

untuk meningkatkan daya dukung tanah yang dapat dilakukan adalah dengan penggunaan anyaman bambu. Keuntungan penggunaan bambu adalah harganya yang relatif murah dibandingkan dengan jenis perkuatan lainnya. Pada penelitian ini kami melakukan perkuatan tanah menggunakan anyaman bambu dengan variasi yang lain yaitu variasi jumlah lapisan anyaman bambu dan variasi jarak antar lapis anyaman bambu.

METODE PENELITIAN

Jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis tanah pasir *poorly graded*. Pada penelitian ini ditekankan variasi jumlah lapis dan jarak antar lapis perkuatan. Jumlah keseluruhan penelitian sebanyak 10 kali. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jumlah lapis perkuatan dan jarak antar lapis perkuatan. Sedangkan variabel terikat adalah hasil pembebanan dan nilai pembacaan *LVDT*.

Penelitian ini menggunakan variasi jumlah lapis yaitu satu lapis, dua lapis, dan tiga lapis. Untuk variasi jarak antar lapis

perkuatan (r) anyaman bambu digunakan 0,2B; 0,3B; dan 0,4B. Pengujian pembebanan ini menggunakan *box* berukuran 120 cm x 73 cm x 70 cm yang diisi dengan pasir *poorly graded*. Pada proses pembuatan model tanah datar dalam *box*, pengisian pasir dibagi menjadi 6 lapisan dengan tinggi tiap lapisan yaitu 10 cm. Setelah 1 lapisan terisi pasir, dilakukan proses pemadatan dengan cara menggelindingkan menggunakan silinder beton agar diperoleh kepadatan yang diinginkan. Konsep pemadatan yang digunakan adalah kontrol volume ($\gamma=W/V$) dimana 1 lapis tanah dibuat dengan memasukkan 122,85 kg. Pada setiap lapisan tanah yang telah digelinding oleh silinder, dilakukan pengecekan atau pengontrolan terhadap kepadatan dan juga kadar air dengan cara mengambil sampel tanah dengan *density ring*. Proses ini dilakukan hingga seluruh lapisan terselesaikan. Pemasangan anyaman bambu disesuaikan dengan variasi yang telah ditentukan. Penelitian ini digunakan variasi jumlah lapis dan jarak antar lapis anyaman bambu. Setelah tanah dalam *box* mencapai tinggi 60 cm tanah didiamkan beberapa saat untuk memberikan kesempatan tanah melakukan pergeseran pada rongga-rongga yang masih dapat diisi. Selanjutnya tanah datar siap diuji dengan diberikan beban dengan kelipatan 25 kg hingga tanah mengalami keruntuhan dan tidak mampu lagi menahan beban yang diberikan. Keruntuhan tanah yang terjadi adalah tipe keruntuhan geser umum yang ditandai dengan munculnya *buckling*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian Sifat Fisik Tanah

Penelitian ini menggunakan tanah pasir *poorly graded*. Jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi menerus yang terbuat dari baja sebagai lapisan luar pondasi, dan bagian dalamnya diisi dengan kayu agar pondasi tersebut bersifat kaku (*rigid*). Pondasi menerus ini berfungsi untuk menopang dan meneruskan beban merata.

Dalam pelaksanaannya pondasi disusun secara berundak agar beban dari *load cell* yang merupakan beban terpusat dapat tersalurkan menjadi beban merata ke tanah. Bahan perkuatan tanah yaitu anyaman bambu dua arah dibuat setipis mungkin dari bambu jenis bambu petung.

Analisis Gradasi Butiran Tanah



Gambar 1. Grafik pembagian ukuran butir tanah

Dari gambar 1 didapatkan bahwa butiran tanah yang lolos saringan no. 200 sebesar 1,02 %. Dari hasil analisis didapatkan nilai C_u sebesar 3,29 dan C_c sebesar 0,94. Menurut sistem klasifikasi *Unified*, tanah tersebut digolongkan sebagai tanah berbutir kasar jenis SP (*Poorly Graded Sand*) dengan persentase tanah yang lolos saringan no. 200 kurang dari 5%.

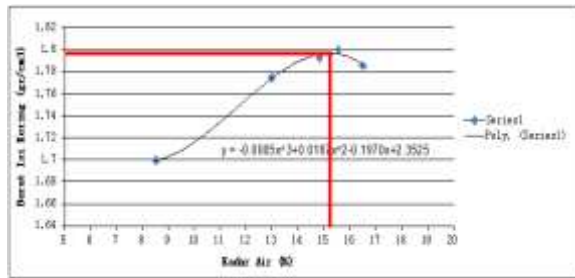
Pemeriksaan Specific Gravity (G_s)

Tabel 1. Hasil Pengujian *Specific Gravity*

Labu ukur	A	B	C
GS	2,864	2,87	2,866
GS rata-rata	2,867		

Dari **tabel 1** dapat diketahui nilai *specific gravity rata-rata* dari tanah pasir yaitu sebesar 2,867.

Uji Kepadatan Tanah Standart



Gambar 2. Grafik pemadatan standar

Gambar 1 menunjukkan bahwa berat isi kering maksimum (γ_{lab}) yang diperoleh di laboratorium adalah $1,79 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air optimum sebesar 15,2%.

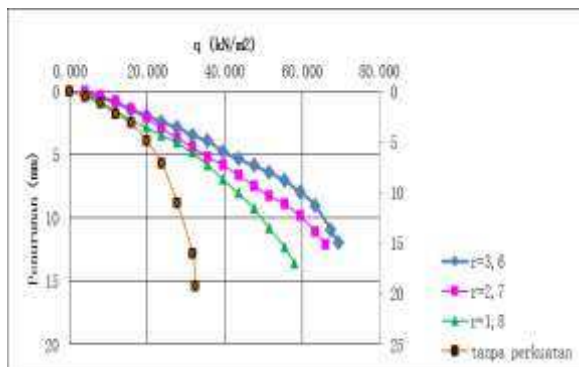
Uji Geser Langsung

Tabel 2 Nilai-nilai sudut geser dalam dan kohesi

Rc	Sampel	Sudut Geser Dalam (ϕ)	Kohesi (c)
76%	A	$35,255^\circ$	0,0807
	B	$35,937^\circ$	0,0901
	C	$36,587^\circ$	0,0811
	Rata-rata	$35,926^\circ$	0,0811

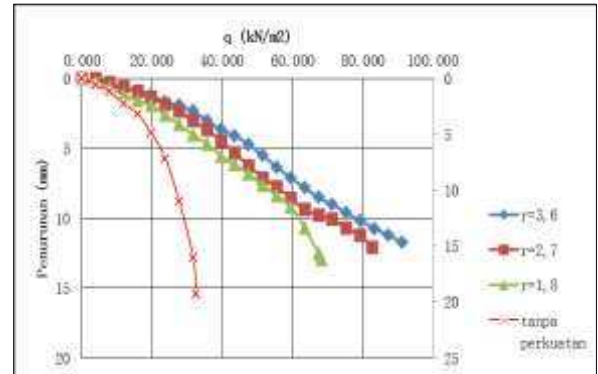
Dari tabel 2 diatas didapatkan nilai rata-rata sudut geser dalam dari tanah pasir yaitu sebesar $35,926^\circ$ dan kohesi rata-rata 0,81.

Analisis Daya Dukung untuk Variabel Jumlah Lapis Anyaman Bambu



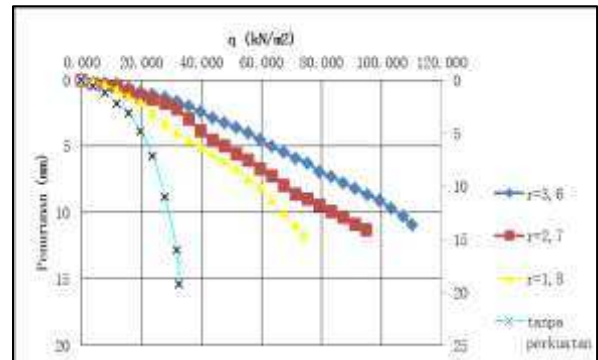
Gambar 3. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan perkuatan 1 lapis anyaman bambu

Berdasarkan gambar 3 di atas dapat diketahui bahwa dengan perkuatan 1 lapis anyaman bambu dua arah diperoleh daya dukung maksimum sebesar $69,5 \text{ kN/m}^2$ dan penurunan terkecil sebesar 12 mm yaitu dengan variasi jarak antar lapis anyaman bambu 3,6 cm.



Gambar 4. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan perkuatan 2 lapis anyaman bambu

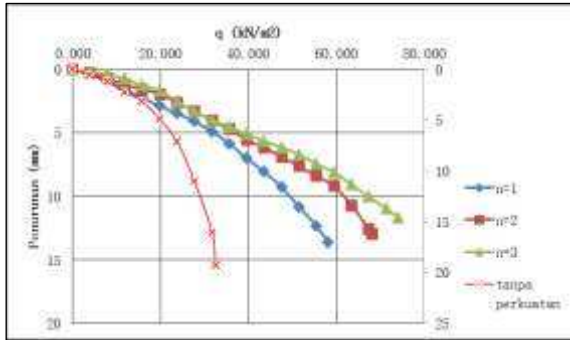
Berdasarkan gambar 4 di atas dapat diketahui bahwa dengan perkuatan 2 lapis anyaman bambu, nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jarak antar lapis 3,6 cm yaitu sebesar $91,27 \text{ kN/m}^2$ dengan nilai penurunan sebesar 11,756 mm.



Gambar 5. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan perkuatan 3 lapis anyaman bambu

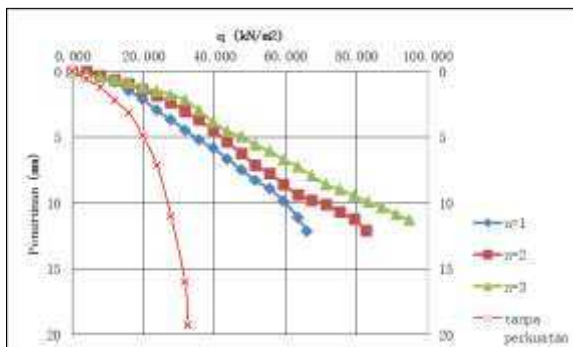
Berdasarkan gambar 5 di atas dapat diketahui bahwa pada tanah datar dengan perkuatan 3 lapis anyaman bambu, nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jarak antar lapis anyaman bambu 3,6 cm yaitu sebesar $110,159 \text{ kN/m}^2$ dengan nilai penurunan sebesar 10,958 mm.

Analisis Daya Dukung untuk Variabel Jarak antar Lapis Anyaman Bambu



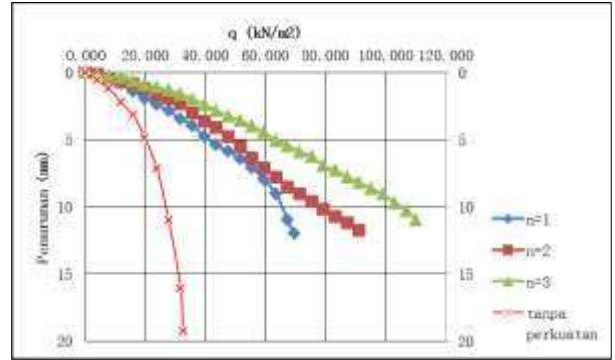
Gambar 6. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan jarak antar lapis anyaman bambu 1,8 cm

Berdasarkan gambar 6 dapat diketahui bahwa untuk jarak antar lapis anyaman bambu 1,8 cm, nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jumlah anyaman bambu sebanyak 3 lapis yaitu sebesar $74,127 \text{ kN/m}^2$ dengan nilai penurunan sebesar 11,7 mm.



Gambar 7. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan jarak antar lapis anyaman bambu 2,7 cm

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa untuk jarak antar lapis anyaman bambu 2,7 cm nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jumlah anyaman bambu 3 lapis yaitu sebesar $94,92 \text{ kN/m}^2$ dengan nilai penurunan sebesar 11,298 mm.

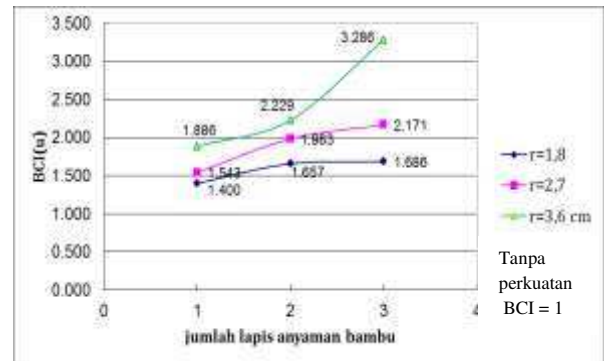


Gambar 8. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan jarak antar lapis perkuatan anyaman bambu 3,6 cm

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa untuk jarak antar lapis anyaman bambu 3,6 cm nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jumlah perkuatan anyaman bambu sebanyak 3 lapis yaitu sebesar $110,159 \text{ kN/m}^2$ dengan nilai penurunan sebesar 10,958 mm.

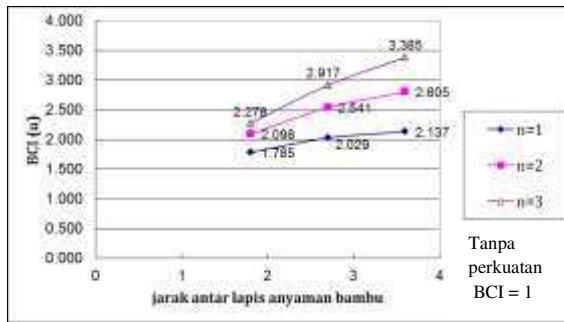
Analisis Bearing Capacity Improvement (BCI)

Analisis Bearing Capacity Improvement berdasarkan Daya Dukung Ultimate (BCI_u)



Gambar 9. Grafik nilai BCI_u untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

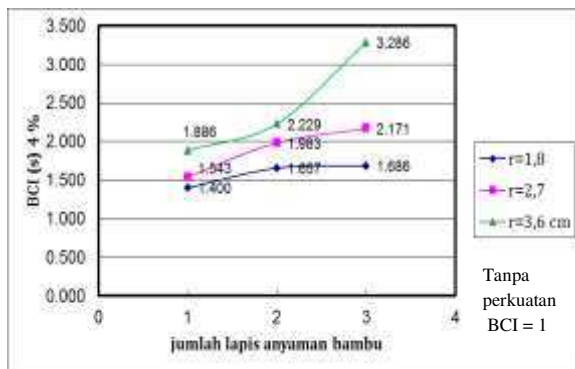
Dari gambar 9 dapat diketahui bahwa nilai BCI maksimum dari variasi jumlah lapis anyaman bambu ini diperoleh pada saat jarak antar lapis 3,6 cm dengan jumlah lapis 3 dengan nilai BCI_u sebesar 3,286.



Gambar 10. Grafik nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi jarak antar lapis

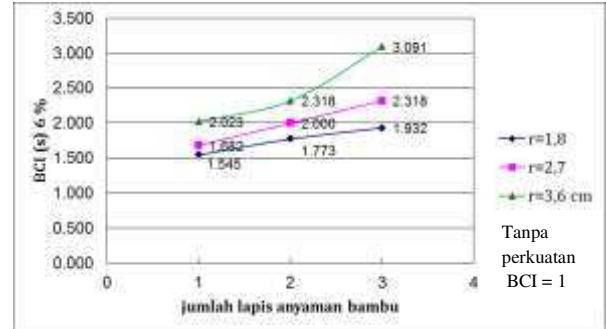
Dari gambar 10 dapat dilihat bahwa nilai $BCI_{(u)}$ maksimum dari variasi jarak antar lapis ini diperoleh pada saat jumlah lapis 3 dengan jarak antar lapis 3,6 cm dengan nilai $BCI_{(u)}$ sebesar 3,385.

Analisis Bearing Capacity Improvement berdasarkan Penurunan ($BCI_{(s)}$)



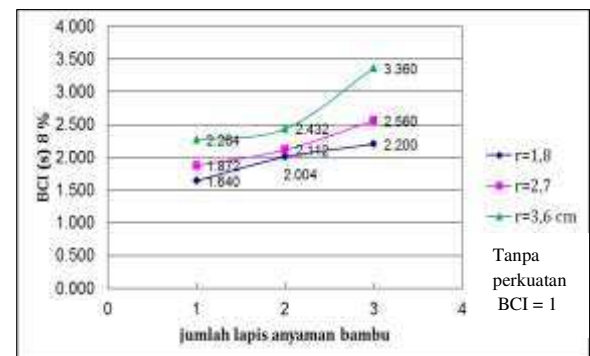
Gambar 11. Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 4% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

Berdasarkan gambar 11 diatas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 4% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh saat jarak antar lapis 3,6 cm dengan jumlah lapis 3 yaitu sebesar 3,286.



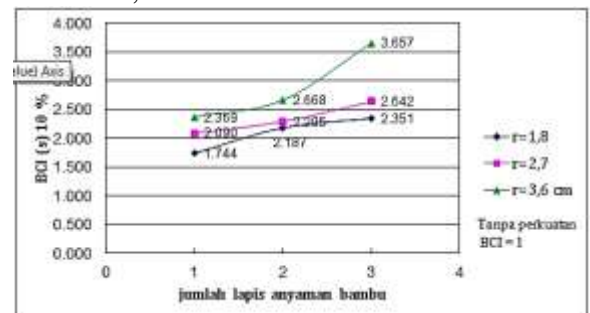
Gambar 12. Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 6% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

Dari gambar 12 diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 6% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh saat jarak antar lapis 3,6 cm dengan jumlah lapis 3 yaitu sebesar 3,091.



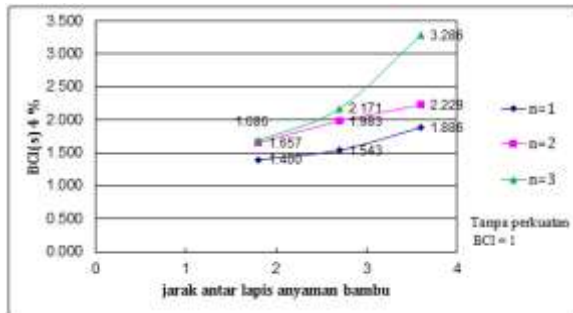
Gambar 13. Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 8% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

Berdasarkan gambar 13 di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 8% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh saat jarak antar lapis 3,6 cm dengan jumlah lapis 3 yaitu sebesar 3,36.



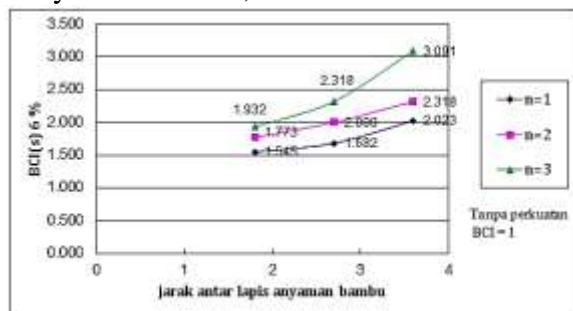
Gambar 14. Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 10% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

Berdasarkan gambar 14 di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 10% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh saat jarak antar lapis 3,6 cm dengan jumlah lapis 3 yaitu sebesar 3,657.



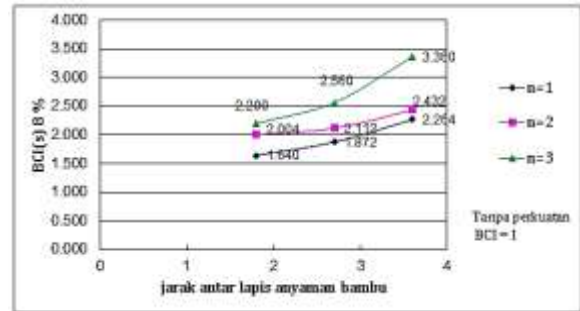
Gambar 15. Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 4% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu

Berdasarkan gambar 15 di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 4% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh ketika jumlah lapis 3 dengan jarak antar lapis 3,6 cm yaitu sebesar 3,286.



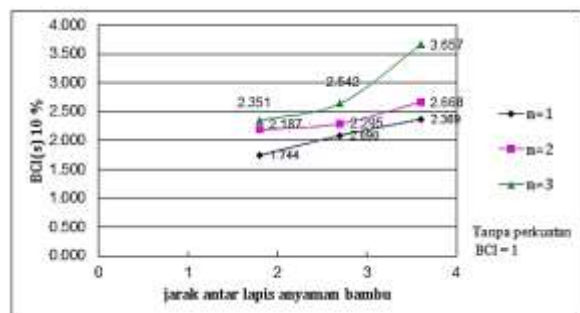
Gambar 16. Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 6% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu

Berdasarkan gambar 16 di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 6% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh ketika jumlah lapis 3 dengan jarak antar lapis 3,6 cm yaitu sebesar 3,091.



Gambar 17. Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 8% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu

Berdasarkan gambar 17 di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 8% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh ketika jumlah lapis 3 dengan jarak antar lapis 3,6 cm yaitu sebesar 3,36.



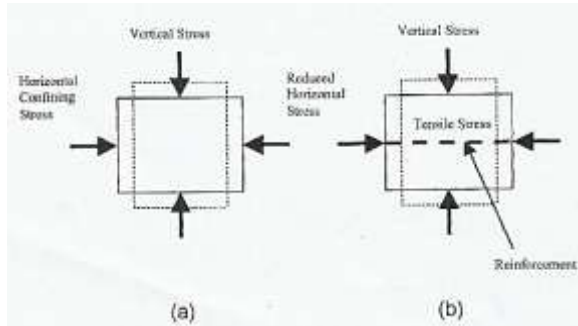
Gambar 18. Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 10% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu

Berdasarkan gambar 18 di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 10% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh ketika jumlah lapis 3 dengan jarak antar lapis 3,6 cm yaitu sebesar 3,657.

Pengaruh Jumlah Lapis dan Jarak antar Lapis Anyaman Bambu terhadap Nilai Daya Dukung

Dari penelitian didapatkan bahwa variasi jumlah lapis dan jarak antar lapis anyaman bambu memberikan pengaruh terhadap peningkatan daya dukung tanah datar. Hal ini dibuktikan pada hasil analisis BCI yang menunjukkan bahwa pemasangan anyaman bambu sebagai perkuatan tanah datar dapat meningkatkan nilai daya dukung,

ditunjukkan dengan nilai BCI yang lebih besar dari satu. Model sederhana bagaimana perkuatan dapat menstabilkan tanah ditunjukkan pada gambar 4.22 dibawah ini.



Gambar 19. Konsep Dasar *Reinforced Soil System*

Elemen tanah yang sama yang telah diperkuat pada gambar 4.22 b dimana interaksi antara tanah dan perkuatan (*reinforcement*) menyebabkan gaya tegangan tarik pada *reinforcement*. Gaya tegangan tarik dengan pengurangan tegangan horizontal di sekitar tanah menyebabkan kesetimbangan pada elemen tanah. Kontribusi dari *reinforcement* untuk kestabilan tanah dipengaruhi oleh regangan lateral, kekakuan *reinforcement*, dan tipe tanah. Dengan kata lain, tujuan dari perkuatan tanah adalah mentransfer mayoritas tegangan *confining* horizontal kepada *reinforcement* untuk membuat massa tanah yang stabil.

Dari hasil penelitian didapatkan variasi jarak antar lapis anyaman bambu dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah datar yaitu semakin jauh jarak antar lapis perkuatan anyaman bambu maka semakin besar daya dukung dihasilkan. Daya dukung maksimum diperoleh pada jarak lapis anyaman bambu 3,6 cm (0,4B). Hal ini disebabkan karena adanya faktor kekakuan anyaman bambu yang besar. Anyaman bambu dengan jarak antar lapis yang dekat, kepadatan tanah di antara lapis perkuatan sulit dilakukan untuk mencapai kepadatan yang sama dengan layer sebelumnya. Dengan kata lain kepadatan tanah diantara

lapis perkuatan yang jarak antar lapisnya dekat lebih kecil dibandingkan dengan kepadatan tanah yang jarak antar lapisnya lebih jauh. Akibatnya tanah diantara lapis perkuatan akan terganggu. Selain itu, pada jarak antar lapis yang kecil, bidang gesek antara tanah dengan anyaman bambu lebih sedikit sehingga kontribusi gaya tarik dari anyaman bambu lebih banyak tereduksi. Karena itu, pada jarak lapis yang lebih dekat, daya dukung tanah menjadi lebih kecil.

Variasi jumlah lapis anyaman bambu juga meningkatkan nilai daya dukung. Adapun nilai daya dukung paling maksimum diperoleh pada saat jumlah lapis sebanyak 3. Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa semakin banyak jumlah lapis anyaman bambu maka semakin besar pula nilai daya dukung yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena bambu mempunyai kuat tarik yang besar yaitu sekitar $100 - 400 \text{ kN/m}^2$, apabila jumlah lapis anyaman bambu yang digunakan untuk perkuatan semakin banyak, maka kuat tarik yang berkontribusi untuk meningkatkan kapasitas daya dukung tanah juga akan bertambah besar selama penambahan jumlah lapis anyaman bambu masih dalam batas bidang runtuh tanah dibawah pondasi yaitu pada kedalaman 1,5B. Adapun dalam penelitian ini konfigurasi yang menghasilkan daya dukung terbesar adalah variasi 3 jumlah lapis anyaman bambu dengan jarak antar lapis 3,6 cm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemberian perkuatan anyaman bambu dua arah memberikan peningkatan terhadap nilai daya dukung tanah dibandingkan dengan tanah tanpa perkuatan yang dapat dibuktikan dengan adanya peningkatan nilai BCI.
2. Nilai dari penurunan tanah dengan perkuatan anyaman bambu lebih kecil daripada tanah tanpa perkuatan

3. Semakin banyak jumlah lapis perkuatan anyaman bambu dua arah maka nilai daya dukung yang dihasilkan akan semakin meningkat selama penambahan jumlah lapis anyaman bambu masih dalam batas bidang keruntuhan tanah dibawah pondasi yaitu 1,5B.
4. Semakin jauh jarak antar lapis perkuatan anyaman bambu dua arah maka nilai daya dukung yang dihasilkan akan semakin meningkat selama penambahan jarak antar lapis dan jumlah lapis anyaman bambu masih dalam batas bidang keruntuhan tanah dibawah pondasi dan jarak tersebut masih menjadikan perkuatan anyaman bambu dan tanah menjadi satu kesatuan elemen.

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat dilakukan lebih sempurna dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Perlu penyelidikan lebih lanjut mengenai batas maksimum jarak antar lapis perkuatan anyaman bambu dimana penambahan jarak antar lapis anyaman bambu masih menghasilkan peningkatan daya dukung tanah.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai variasi anyaman bambu yang digunakan yaitu variasi jarak penganyaman iratan bambu dua arah baik melintang maupun memanjang.
3. Mengembangkan penelitian lebih lanjut untuk membandingkan daya dukung tanah dengan perkuatan anyaman bambu yang diperoleh dari pengujian laboratorium dengan daya dukung tanah hasil perhitungan teori dengan sebelumnya melakukan pengujian terhadap sifat mekanis bambu terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

Adams, Michael T., Collin, James G., 1997. *Large Model Spread Footings Load Test on Geosynthetic Reinforced Soil Foundations*. Journal of

Geotechnical Engineering. ASCE, Volume 123, No 1.

Bowles, Joseph E. 1986. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta : Erlangga

Coduto, Donald P. 1994. *Foundation Design (Principles and Practices)*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.

Das, Braja M., 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Terjemahan oleh Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar. Jilid 1. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Das BM. 2009. *Shallow Foundations*. Second Edition. USA : Taylor & Francis Group

Hardiyatmo, Hary Christady. 1992. *Mekanika Tanah 1* . Jakarta : Gramedia

Hardiyatmo, Hary Christady. 2007. *Mekanika Tanah 2*. Yogyakarta : Universitas Gajahmada Press

Hidayat, Bambang S. 2005. *Pengaruh Variasi Jumlah dan Jarak antar Lapis Perkuatan Bambu Dua Arah terhadap Daya Dukung Pondasi Persegi pada Tanah Pasir Poorly Graded*. Malang : Skripsi tidak diterbitkan Universitas Brawijaya

Hidayat, Taufik. 2006. *Pengaruh Luas dan Jarak Geotekstil terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Ekspansif dengan Model Pondasi Lingkaran*. Malang : Skripsi tidak diterbitkan Universitas Brawijaya Malang

Janssen, J.J.A. 1991. *Mechanical Properties of Bamboo*. Kluwer Academic Publishers.

Janssen, J.J.A., 2000. *Designing And Building With Bamboo*. Journal of

International Network for Bamboo and Rattan.

Jones, Collins J.F.P. 1996. *Earth Reinforcement & Soil Structures*. Thomas Telford Book, New York.

Koerner, Robert M., 1994. *Designing With Geosynthetics*. Third Edition. Prentice Hall, Inc, Upper Saddle River, New jersey.

Mochtar, I.B. 2000. *Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan Pada Tanah Bermasalah (Problematic Soils)*. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.

Purwana, Yusep Muslih, 2002. *Uji Model Kapasitas Daya Dukung Pondasi Telapak Lingkaran Menggunakan Perkuatan bambu*.

Soedarmo, Djatmiko dan S.J. Edy Purnomo. 1997. *Mekanika Tanah Jilid 1*. Yogyakarta : Kanisius

Sowers, George F. 1979. *Introductory Soil Mechanics & Foundations :Geotechnical Engineering*. Fourth Edition. Macmillan Publishing Co., Inc., New York.

Yetimoglu, T., Wu, J.T.H., and Saglamer, A. 1984. *Bearing Capacity of Rectangular Footings on Geogrid-Reinforced Sand*. Journal of Geotechnical Engineering. ASCE, Volume 120, No 12.